

FORMATION OF PATTERN

Patent Number: JP8305036
Publication date: 1996-11-22
Inventor(s): WATANABE MINORU
Applicant(s): OKI ELECTRIC IND CO LTD
Requested Patent: ☐ JP8305036
Application Number: JP19950110503 19950509
Priority Number(s):
IPC Classification: G03F7/26; G03F7/004; G03F7/11; G03F7/20; H01L21/027
EC Classification:
Equivalents: JP3403546B2

Abstract

PURPOSE: To form rectangular patterns by including a stage for selectively irradiating a chemical amplification type resist with energy and forming the patterns by development.

CONSTITUTION: After amorphous carbon 12 on a silicon wafer 11 is formed, the chemical amplification type resist 13 is formed and is subjected to exposing and PEB. The chemical amplification type resist 13 is removed by optical ashing. A chemical amplification type resist 15 is then applied thereon and is then exposed by using a mask 16 for patterning. Since an acid is included in the surface of the amorphous carbon 14, the deactivation of the acid generated at the time of subjecting the resist 15 to exposing and PEB treatment does not arise. Next, the resist 15 is developed to form the patterns 17.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-305036

(43) 公開日 平成8年(1996)11月22日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 3 F	7/26		G 0 3 F	7/26
	7/004	5 0 3		7/004 5 0 3
	7/11	5 0 3		7/11 5 0 3
	7/20	5 2 1		7/20 5 2 1
H 0 1 L	21/027		H 0 1 L	21/30 5 0 2 R
審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 7 頁)				

(21) 出願番号 特願平7-110503

(22) 出願日 平成7年(1995)5月9日

(71) 出願人 000000295

沖電気工業株式会社

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号

(72) 発明者 渡辺 実

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気
工業株式会社内

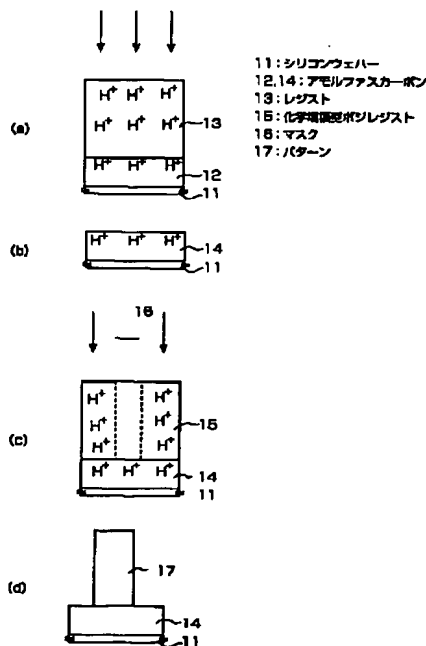
(74) 代理人 弁理士 柿本 恭成

(54) 【発明の名称】 パターン形成方法

(57) 【要約】

【目的】 矩形なパターンを形成する。

【構成】 シリコンウェハー11上のアモルファスカーボン12を形成した後、化学増幅型ポジレジスト13を形成して、露光、PEBを行う。光アッシングにより、化学増幅型ポジレジスト13を除去する。化学増幅型ポジレジスト15を塗布した後、パターン用マスク16を用いて、露光する。アモルファスカーボン14の表面には酸が含まれているので、レジスト15を露光、PEB処理した際に発生する酸の失活が発生しない。次に、レジスト15を現像して、パターン17を形成する。



本発明の第1の実施例のパターン形成方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体基板上に酸をトラップしやすい薄膜を形成する工程と、

前記薄膜上に酸発生剤を含有したレジストを塗布する工程と、

前記レジストにエネルギー照射して酸を発生させる工程と、

前記レジストを除去する工程と、

前記薄膜上に化学増幅型レジストを塗布する工程と、

前記化学増幅型レジストを選択的にエネルギー照射し、

現像によりパターンを形成する工程とを、

含むことを特徴とするパターン形成方法。

【請求項2】 半導体基板上に酸をトラップしやすい薄膜を形成する工程と、

前記薄膜上に酸発生剤を含有したレジストを塗布する工程と、

前記レジストの補正部位を選択的にエネルギー照射して、選択的に酸を発生する工程と、

前記レジストを除去する工程と、

前記薄膜上に化学増幅型レジストを塗布する工程と、

前記化学増幅型レジストを選択的にエネルギー照射して、現像によりパターンを形成する工程とを、

含むことを特徴とするパターン形成方法。

【請求項3】 半導体基板上に酸をトラップしやすい薄膜を形成する工程と、

前記薄膜上に酸発生剤を含有したレジストを塗布する工程と、

前記レジストを選択的にエネルギー照射して、前記薄膜表面に酸を選択的に保持させ潜像を形成する工程と、

前記レジストを除去する工程と、

前記薄膜上に化学増幅型レジストを塗布する工程と、

前記化学増幅型レジストの全面にエネルギー照射して前記化学増幅型レジスト中に酸を発生させ、その酸を選択的に前記薄膜により失活させる工程と、

前記化学増幅型レジストを現像して、パターンを形成する工程とを、

含むことを特徴とするパターン形成方法。

【請求項4】 前記化学増幅型レジストは、シリコンを含有することを特徴とする請求項3記載のパターン形成方法。

【請求項5】 前記薄膜の下層は、下層レジストであり、

前記酸素反応性イオンエッチングにより、前記下層レジストをパターンニングすることを特徴とする請求項4記載のパターン形成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、パターン形成方法、特に矩形なパターンを形成する方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来、半導体の製造工程において、素子や配線のパターン形成方法としてホトリソグラフィ技術が用いられている。このレジストによるパターンの断面形状は、エッチング後のパターン形状の影響から一般的に矩形なパターンが望ましいとされている。現在、4Mb DRAM 及び16Mb DRAM 製造におけるホトリソグラフィ工程では、一般的にノボラック系レジストが用いられ、矩形なパターンを得るためにレジスト材料の光学定数の調整や、基板表面からの光の乱反射低減のための下地基板の平滑化、定在波の影響によるパターン側壁部のフリンジを防止するための反射防止膜の適用など、主に光の透過や反射に起因するレジストの光反応を制御することによってパターン形状の最適化を行ってきた。ノボラック系レジストは科学的に非常に安定であるために、光学定数の最適化などによるパターン形成により、矩形なパターンを形状を得ることが可能であった。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、最近ではパターンの更に微細化に伴い、エキシマ光やEB (Electron Beam) などをを用いたリソグラフィが行われており、これらのパターンニングには主に酸発生剤を含有した化学増幅型レジストが用いられている。化学増幅型レジストはエネルギー線照射によって発生した酸が、ポジレジストでは保護ポリマーの分解反応、ネガレジストではベースポリマーと架橋剤との架橋反応により、現像後にパターン形成を行うが、ノボラック系レジストと異なり、下地基板によっては光化学反応の制御のみでは矩形なパターンを得ることが難しいという問題がある。

【0004】 図2(a), (b)は、従来の問題点を説明するための図である。つまり、エネルギー線照射によって発生した酸、あるいはPEB(Post Exposure Bake)時に連鎖反応により増幅した酸が、下地基板表面への拡散や、基板表面に存在するアミン基などのアルカリ性物質による中和により失活し、矩形なパターン形状が得られない。光学的な条件を最適化した場合でも、例えば、図2(a)に示すように、化学増幅型ポジレジストを用いてパターン形成を行った場合、パターン3のボトム部3aが酸の失活により現像液に対して可溶化せず、パターンの掘引き現象が起きる。そのため、この掘引きの部分だけ下地基板がエッチングされずに、例えば、DRAMにおいては隣接するワードラインがショートすることもある。また、図2(b)に示すように、化学増幅型ネガレジストを用いた場合は、同様の原理によりパターン4のボトム部4aでのくい込み現象が起きり、例えば、配線幅が短くなり配線抵抗が大きくなり問題となる。図2(a), (b)中の1はシリコンウェハー、2は反射防止膜としてのアモルファスカーボンである。基板上にあらかじめ酸処理を施しておく方法が下記文献に開示されているが、この方法では、基板上に酸の制御性に劣ると

文献；秋季応用物理学会、1993年、M.Sasago他著、「ポジ型化学増幅レジストの基板表面での挙動の研究」、P. 547

【0005】

【課題を解決するための手段】第1の発明のパターン形成方法は、前記課題を解決するために、半導体基板上に酸をトラップし易い薄膜を形成する工程と、前記薄膜上に酸発生剤を含有したレジストを塗布する工程と、前記レジストに光、電子線などによりエネルギー照射して酸を発生する工程と、前記レジストを除去する工程と、前記薄膜上に化学増幅型レジストを塗布する工程と、前記化学増幅型レジストを選択的に（例えば、パターン形成用のマスクを用いて）エネルギー照射し、現像によりパターンを形成する工程とを含む。

【0006】

【作用】第1の発明によれば、以上のようにパターン形成方法を構成したので、薄膜上に酸発生剤を含有したレジストにエネルギー照射することによって、酸が発生する。この酸は、薄膜によってトラップされる。化学増幅型レジストを選択的にエネルギー照射することによって、酸が選択的に発生して、この酸と化学増幅型レジストの成分とが反応して、溶解あるいは架橋などが起こる。この時、薄膜表面には、酸が含まれているので、酸の失活がない。従って、前記課題を解決できるのである。

【0007】

【実施例】

第1の実施例

図1(a)～(d)は、本発明の第1の実施例のパターン形成方法を示す工程図である。本第1の実施例のパターン形成方法が従来のパターン形成方法と異なる点は、酸を含有した化学増幅型のレジストの露光、PEB処理により下地に酸を浸みこませておき、その下地基板上にパターンを形成するようにしたことである。以下、図1(a)～(d)を参照しつつ、本発明の第1の実施例のパターン形成方法の工程(1)～(4)を説明する。

【0008】(1) 図1(a)の工程

シリコンウェハー11上に酸をトラップし易いアモルファスカーボンなどの薄膜12を薄く（例えば、10～100nm）形成し、下地基板とする。この薄膜12上に酸発生剤を含有した化学増幅型ポジレジスト13を、例えば、500～1000nmの膜厚に塗布する。次に、化学増幅型ポジレジスト13に露光光を全面照射し、その後PEB処理を行い、レジスト13に含有された酸発生剤から酸を発生・増幅させる。これによりレジスト13の下地にも酸が拡散し、アモルファスカーボン12により、酸がトラップされて、基板表面中に酸が保持される。

(2) 図1(b)の工程

光アッシングにより、レジスト13を除去すると、アモ

ルファスカーボン14の表面に酸を含有した基板が得られる。この酸により、化学増幅型レジスト中の酸発生剤から発生した酸の失活、及び酸濃度低下を補うことが可能となる。さらに、アモルファスカーボン14によって、露光時の反射が防止される。

【0009】(3) 図1(c)の工程

500～1000nmの膜厚の化学増幅型ポジレジスト（例えば、和光純薬（株）製 化学増幅型ポジレジストWKR-PT-1）15、あるいは化学増幅型ネガレジスト（東京応化工業（株）製 化学増幅型ネガレジストTDR-N7）の塗布を行う。その後、マスク16を用いて、例えば、KrFエキシマ光により、露光を行った後、PEB処理を行う。それにより、化学増幅型レジスト15に含有された酸発生剤から酸が発生して、ポジレジストでは保護ポリマーの分解反応、ネガレジストではベースポリマーと架橋剤との架橋反応が起きる。下地が酸を多く含むアモルファスカーボン14であるため、酸の拡散・吸着は下地方向には進まない。さらに、下地が酸を多く含むため、酸発生剤より発生した酸が中和されることがない。つまり、酸が失活するようなことはない。

(4) 図1(d)の工程

現像を行う。これにより、ポジレジストでは、露光部分が除去され、ネガレジストでは、露光された領域が残存して、パターン16が形成される（図ではポジレジストの場合を示している）。この時、酸が失活しないため、パターンの裾引き、あるいは食い込み現象がなくなり、矩形なパターン16を得ることができる。その後、パターン16をエッチングマスクとして、下地基板をパターニングする。この時、パターン16が矩形であるので、下地基板が正確にパターニングされる。

【0010】以上説明したように、本第1の実施例によれば、以下の利点がある。

(a) 化学増幅型レジスト特有の基板上（例えば、アモルファスカーボン膜）における酸の失活によるパターンの裾引き、あるいは食い込みを防ぎ、矩形なパターンを得ることができる。つまり、基板にあらかじめ酸を含有させておくことにより、露光、及びPEB時によって発生、増幅した酸が失活することを防ぎ、パターンボトム部での下地基板からのパターン形状への影響を低減できる。そのため、下地基板を所望の形にパターニングできて、配線などの信頼性が向上する。

(b) 最初に塗布する酸発生剤を含有したレジスト中の酸発生剤の量や種類、あるいは露光量やPEB炉の温度、及び時間を調節することで、より精密で均一なパターン形状制御が可能となる。

【0011】第2の実施例

図3(a)～(d)は、本発明の第2の実施例のパターン形成方法を示す工程図である。本第2の実施例のパターン形成方法が従来のパターン形成方法と異なる点は、パターンが劣化しやすいレジストの下地に酸を含有させ

ておき、レジストの露光・PEB処理の際に、その部位に下地から酸を拡散することにより、パターンの劣化を補正するようにしたことである。以下、図3(a)～(d)を参照しつつ、本発明の第2の実施例のパターン形成方法の工程(1)～(4)を説明をする。

【0012】(1) 図3(a)の工程

一般に、フィールド酸化膜の段差部などの段差部上下のレジスト膜厚においては、段差部の上の方の膜厚が下の方よりも薄くなり、膜厚の厚い方を基準に露光すると膜厚の薄い所では反射光による影響により、また膜厚の薄い方を基準にすると厚い方が露光され難くなりパターン形状が劣化する。また、フォーカス位置変動(フォーカス深度)に対する寸法変動(膜厚の差があるとフォーカス深度によって露光に影響が出る)、あるいは異なる下地基板上での光の反射率などの相違(反射率が高い程、反射光によって余分な部分が露光される)などによってもパターン形状が劣化する。ところで、このようなパターン形状の劣化部位及びその形状(裾引き劣化であるか食い込み劣化であるか)は、経験的に、露光量、レジストの膜厚、下地基板などによって予め分かる。そこで、劣化すると思われる部位(例えば、化学増幅型ポジレジストを用いる場合には、裾引き劣化部、化学増幅型ネガレジストを用いる場合には、食い込み劣化部)を選択的に露光するために補正用マスク34を用意しておく。次に、シリコンウェハ31上に酸をトラップし易いアモルファスカーボンなどの薄膜32を形成して、酸発生剤を含有したレジスト33を塗布する。上述した所望のパターンを有する補正用マスク34を用いて露光、PEB処理を行い、基板中の薄膜32の所望の位置(劣化部)にのみ酸を拡散させる。

【0013】(2) 図3(b)の工程

光アッシングにより、レジスト33を除去して、選択的に酸が拡散された薄膜35を露出する。これにより得られた薄膜35の表面には、露光エネルギーが照射された部分には酸が拡散され、露光されていない部分には酸発生剤からの酸は存在していない。

(3) 図3(c)の工程

薄膜35上に化学増幅型ポジレジスト36、又は化学増幅型ネガレジストを塗布し(図中では、ポジレジストの場合を示す)、パターンニング用マスク37を用いて、露光及びPEB処理を行う。この時、薄膜35には選択的に酸が拡散されているので、その酸が真上の化学増幅型ポジレジスト36に拡散して、その部分が露光されたと同じ状態となり、化学増幅型ポジレジスト36の場合には、裾引き劣化部、化学増幅型ネガレジストの場合には、食い込み劣化部が補正されることになる。ただし、劣化部が露光されたと同じ状態にするために、薄膜35の表面に含ませる酸の濃度を、図3(a)の工程において、酸発生剤の含有量、露光量、PEB温度などで調節しておく。

【0014】(4) 図3(d)の工程

化学増幅型ポジレジスト36又は化学増幅型ネガレジスト(図中ではポジレジストの場合を示す)の現像処理を行って、露光部分を除去して、パターン38を形成する。この時、パターンの裾引き又は食い込み劣化部を生じていた部分が補正され、パターン38が矩形となる。以上説明したように、本第2の実施例によれば、基板表面の必要な部分のみに酸をあらかじめ含有させておくため、選択的なパターン形状制御が可能となる。

10 第3の実施例

図4(a)～(d)は、本第3の実施例のパターン形成方法を示す工程図である。以下、図4(a)～(d)を参照しつつ、本発明の第3の実施例のパターン形成方法の工程(1)～(4)を説明する。

【0015】(1) 図4(a)の工程

シリコンウェハ41上に下層レジストとしてノボラックレジスト42を塗布し、200°C程度の温度でベークする。その後、この下層レジスト42上にアモルファスカーボン43を薄く形成して、酸発生剤を含有したレジスト44を塗布する。その後、パターン形成用マスク45を用いて、露光及びPEB処理を行う。

(2) 図4(b)の工程

光アッシングによりレジスト44を除去して、表面に所望のパターンの潜像を含んだ(酸を含有した)下地基板46が得られる。

(3) 図4(c)の工程

S1含有化学増幅型ポジレジスト47、又はS1含有化学増幅型ネガレジスト(図中ではポジレジストの場合を示す)を塗布し、基板全面に露光によりレジストが溶解(または、ネガレジストの場合は固化)しはじめるE_{1/2}値近傍の所望の露光量で露光を行う。ここで、E_{1/2}近傍に露光量を設定したのは、それよりも露光量が多いと酸が出過ぎて、酸の失活が不十分となり、レジストが余計に溶解(ネガレジストの場合は固化)する恐れがあり、またそれよりも露光量が少ないと酸の発生が不十分となり、十分にレジストが除去(又は、ネガレジストの場合は固化)できない恐れがあるからである。

【0016】(4) 図4(d)の工程

現像処理を行うと、あらかじめ酸がアモルファスカーボン46の表面に存在していた部分は露光・現像によりパターンは残らないが、酸が存在しなかった部分は基板表面48での酸の失活により、レジスト47が残り、パターン49が形成される(図中では、ポジレジストの場合を示す)。但し、ネガレジストを用いた場合は、ポジレジストの場合と全く逆の現象が生じる。次に、パターン49をマスクとして、酸素を用いた反応性イオンエッチングにより(O₂RIE)法により、アモルファスカーボン46、下層レジスト42をパターンニングする。得られるS1含有パターン49の厚みは非常に薄い(膜厚150～10nm程度)ものであるが、酸素反応性エッチング

耐性が非常に高いため、エッチング後に所望のパターンを得ることができる。以上説明したように、本第3の実施例によれば、パターン49をマスクとして、下層レジストを所望の矩形な形にパターンニングすることができる。なお、本発明は、上記実施例に限定されず種々の変形が可能である。その変形例としては、例えば次のようなものがある。

【0017】(1) 第1の実施例では、酸の失活に対するパターン形状の劣化に対して、適用したが、これに限らず、露光時のフォーカス位置の変動に対するパターン形状の劣化などのあらゆるパターン形状劣化に対して適用できる。

(2) 第1～第3の実施例では、あらかじめ基板表面に酸を含有させておくための拡散方法として露光とPEB処理を用いたが、どちらか一方のみでもよく、また光、熱以外(例えば、X線、EBなど)エネルギー線の照射によってもよい。

(3) 第1～第3の実施例では、パターン用マスクを用いた例を示したが、EBによって選択的に露光することもできる。

(4) 第2の実施例では、選択的にアモルファスカーボン35にトラップした酸を真上の化学増幅型レジスト36に拡散させることによって、劣化部を補正する例を示したが、ポジレジストの場合、反射光によって食い込み劣化が生じる場合(ネガレジストの場合、反射光によって掘引きの劣化が生じる場合)には、アモルファスカーボン35によって、この劣化部が失活するように酸を含ませることにより制御してもよい。それにより、劣化部が補正される。

(5) 第2の実施例では、補正用マスク34を用いず、EBにより補正部位を照射してもよい。

(6) 第1と第2の実施例を組み合わせ、失活を防止するための酸と補正するための酸をそれぞれ最適な濃度で酸をアモルファスカーボンに含ませた下地基板を用意しておいて、通常のパターンを形成することも可能である。

【0018】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、第1～第5の発明によれば、半導体基板上に酸を含む薄膜を、酸を含有するレジストからの拡散により形成して、酸の失活を制御するようにしたので、パターンの加工精度が向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例のパターン形成方法を示す工程図である。

【図2】従来の問題点を示す図である。

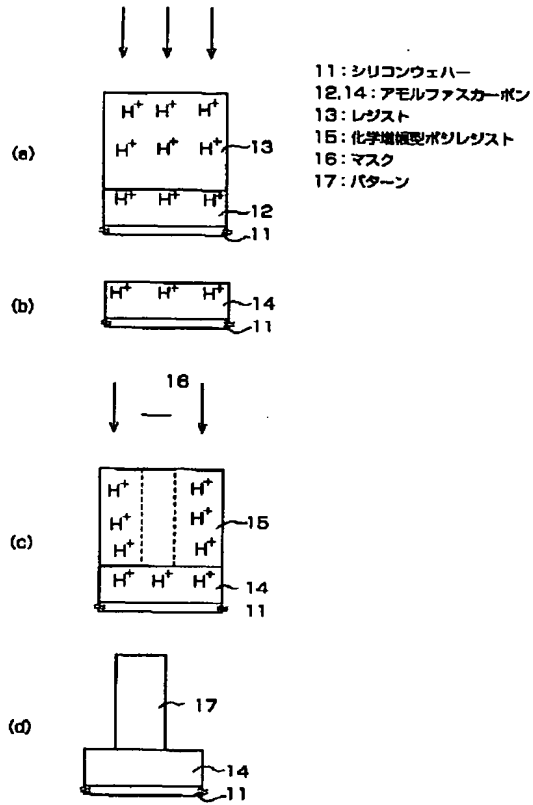
【図3】本発明の第2の実施例のパターン形成方法を示す工程図である。

【図4】本発明の第3の実施例のパターン形成方法を示す工程図である。

【符号の説明】

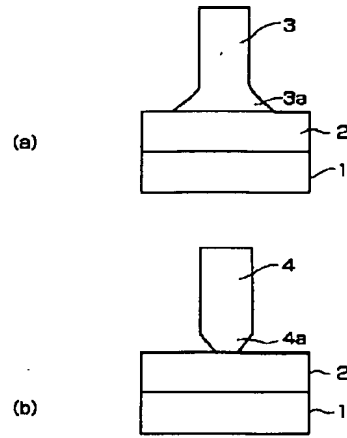
11, 31, 41	シリコンウェハー
12, 32, 43	アモルファスカーボン
13, 33, 44	レジスト
15, 36, 47	化学増幅型ポジレジスト
16, 37, 45	パターン形成用マスク
17, 38, 39	パターン
34	補正用マスク
42	下層レジスト

【図1】



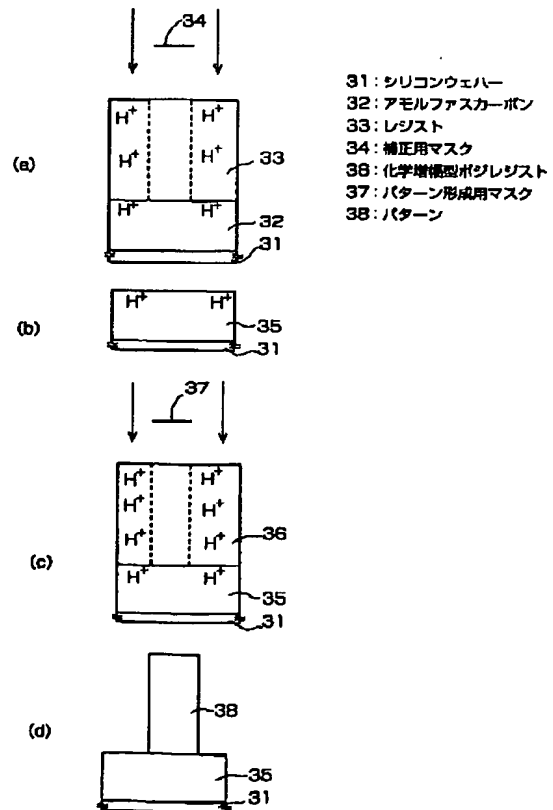
本発明の第1の実施例のパターン形成方法

【図2】



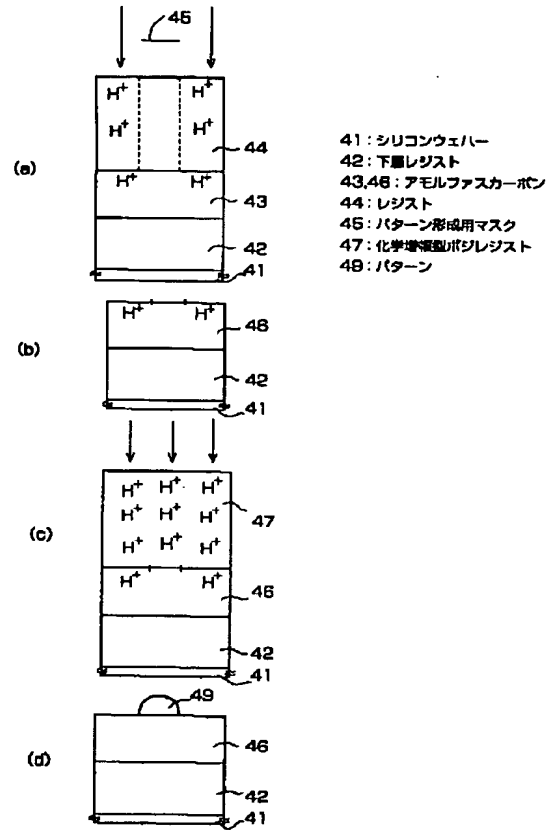
従来の問題点

【図3】



本発明の第2の実施例のパターン形成方法

【図4】



本発明の第3の実施例のパターン形成方法